

2005年福岡県西方沖地震による志賀島の 斜面災害と復旧対策

陳 光斉¹・善 功企²・佐藤 秀文³

¹九州大学准教授 大学院工学研究院(〒819-0395 福岡市西区元岡744番地)

E-mail: chen@civil.kyushu-u.ac.jp

²九州大学教授 大学院工学研究院(〒819-0395 福岡市西区元岡744番地)

E-mail: zen@civil.kyushu-u.ac.jp

³日本地研株式会社 技術管理部設計課(〒816-0094 福岡市博多区諸岡 5 丁目25-25)

E-mail: satohi@chiken.co.jp

2005年福岡県西方沖地震で志賀島に斜面崩壊や落石等の土砂災害が多く発生した。本文は志賀島で三つの地域に発生した斜面崩壊状況、調査・解析および復旧対策の状況について紹介した。三つの地域のなか、弘地区に2箇所の表層崩壊と黒瀬地区に1箇所の小規模崩壊においては、土木学会と地盤工学との合同調査結果に基づき災害後直ちに緊急復旧対策が行われた。志賀海神社地区に発生した大規模な斜面崩壊においては、崩壊面より上部に変形量の大きい陥没地形が形成されたため、将来の地震や降雨によって大規模な崩壊が発生することが懸念された。そのため、この地区の斜面において、詳細な調査や解析などが行われ、リスク分析による復旧対策が計画・実施された。また、本文は今回の斜面災害で生じた経験や教訓、斜面防災の有り方について検討する必要があることを明らかにした。

Key Words : Earthquake, rainfall, slope stability, ground water level

1. はじめに

2005年3月20日に福岡県西方沖の海底を震源とするマグニチュード7.0の地震が発生した。震源地に近い玄界島、志賀島、糸島半島、能古の島の4地域に地震による甚大な斜面崩壊・土砂災害が発生した。震災後土木学会と地盤工学会は直ちに調査団が設置され、斜面災害における両調査団の合同調査が行われた。得られた貴重な資料が福岡市に提供し、被災後の緊急復旧対策や斜面の長期安定対策等に学会の役割を果たした。

本文は、志賀島において、今回の地震による斜面の被災状況、復旧対策のために行った調査、解析結果および復旧対策の実施状況等について紹介すると共に、今回の斜面災害で生じた経験や教訓、斜面防災の在り方について検討する。

2. 地震による斜面被害状況

図-1に震源地と志賀島の位置関係を示す。志賀島は北

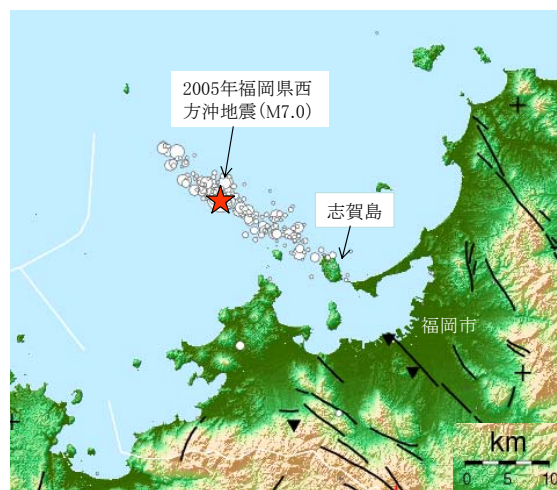
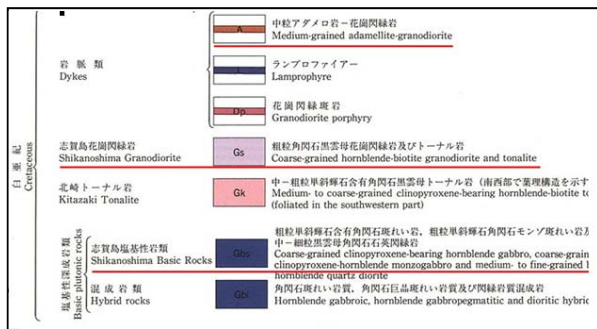
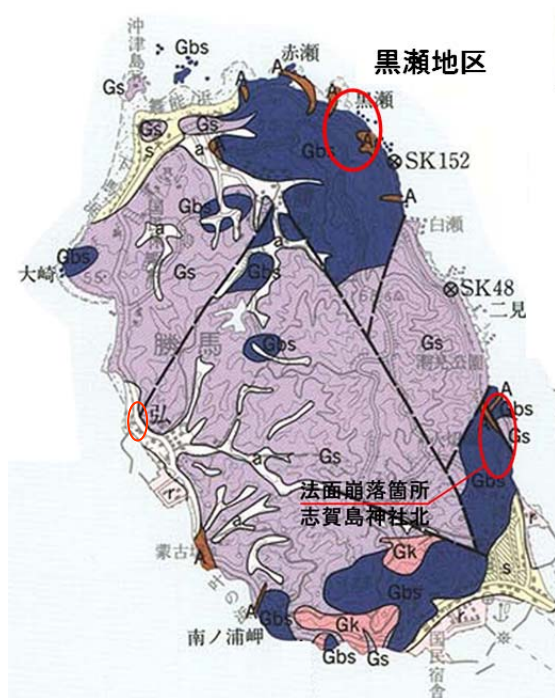


図-1 震源地および志賀島の位置

北西方向に約3.5kmの長軸をとる楕円形の陸繋島である。島の東側は海岸沿いに急崖をなす起伏量100～200mの丘陵地からなり、島の西側は起伏量100m以下の丘陵地からなる。島の周回循環道路は全周約11kmである。地質



図一2 志賀島の主な斜面崩壊の位置および地質図

は大部分約1億年前に貫入した白亜紀深成岩類である志賀島花崗閃緑岩からなり、これに伴う小岩体である志賀島塩基性岩類が島の北東部沿岸と南東側沿岸に分布する。

今回の地震で志賀島においては主に三つの地域に斜面崩壊が発生した。弘地区には2箇所、黒瀬地区には1箇所、志賀海神社地区には4箇所の斜面崩壊が発生した。図一2に志賀島の主な斜面崩壊の位置および地質図を示す。

2.1 弘地区の斜面崩壊

弘地区は島の西側に位置している。海岸に接する急斜面に道路が片切り・片盛りの形で建設されている。山側斜面では凸型～直線斜面で2箇所に表層崩壊が発生しており、いずれも、地震動により風化部（まさ土）が表層崩壊を起こしたもので同時に樹木等がずれ落ちている。崩壊深さは30cm以下と浅い。この地区における花崗閃緑岩の風化作用は、深層風化型ではなく、表層の浅いところに止まっており、崩壊跡には堅岩が露出している。表層のまさ土は、シルト混じりの粗粒砂である（一部鬼まさ状…粗粒で多亀裂性の強風化部で小ブロック状に



写真一1 弘地区の斜面表層崩壊および下方道路の沈下

剥離しやすく、ハンマーでは容易に潰せる状態）。崩壊跡には、節理が発達した黄褐色化した風化岩が現れている。

また、崩壊斜面の下方の道路は、海岸沿いの擁壁が押し出され、変状しているため、道路の海側約2mの部分は十数センチの沈下崩壊が発生した（写真一1）。

この周回循環道路は志賀島先端部の集落との連絡路であるため、緊急に道路復旧を行う必要があった。地盤工学会調査団は、緊急調査の結果により、「道路面に崩落した土砂・樹木等を除去した後、斜面に残留する不安定な強風化部を整形除去し、モルタル吹付き工による法面保護工を施工する」という復旧対策を福岡市に提案した。復旧された斜面、道路および道路の擁壁が写真一2に示されている。



写真一2 復旧された弘地区の崩壊斜面、道路

2.2 黒瀬地区の斜面崩壊

黒瀬地区の岩盤崩落は、花崗閃緑岩の弱風化部の多亀裂性岩盤が地震動によって崩落したものである。崩落岩石の中、径1mを超えるものもあり、かなり硬い岩石が多数を占めている。この斜面は、以前法面保護工としてモルタル吹付工で対策されていた。この対策工法は、通常の場合問題がなかったが、地震力を加えると崩壊が発生した。それは、多亀裂性岩盤に対する密閉型吹付工の脆さを露呈している形である。崩壊後の斜面様子が写



写真一3 黒瀬地区崩落斜面状況

真一3に示されている。

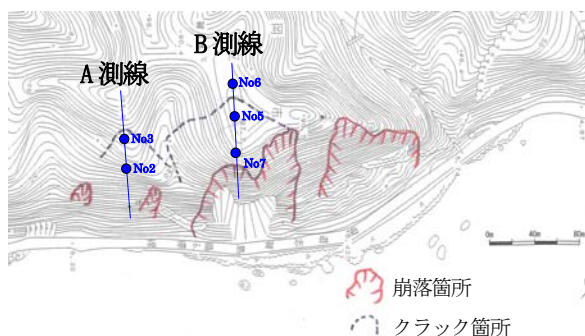
復旧対策工としては、規模が小さいため安定勾配で切土整形を行い、鉄筋挿入工併用の吹付工で法面保護工を講じれば斜面は安定するものという提案がある。

2. 3 志賀海神社北地区の斜面崩壊

志賀海神社北地区では、地震による崩壊斜面は4箇所があり、図一3に示されている。写真一4は崩壊斜面の様子を示す。崩壊斜面の下方に島を周回する県道は、急斜面が直接海に接する海岸を通過しており、地震から1年間半までの間に交通止めとなっていた。

崩壊区間は、以前から小崩壊・落石を繰り返していたため、防災対策として、待ち受けるに「重力式擁壁+落石防止柵工」および岩盤突出部にモルタル吹付工が施工されていたが、吹付き工が施工されている場所でも崩壊した。また、崩壊土石が多いため落石防止柵で止めることができなかった。

崩落斜面は、志賀島塩基性岩類と志賀島花崗閃緑岩が北東方向および北北西方向の弱線が認められ、その境界は幅数十cm～数mの白色岩脈が入り込み、断層や白色脈に沿ったヘアクラックが発達する特徴を示している。この弱線で複雑に区切られた岩盤ブロックが、海岸側へ傾斜した節理面(ヘアクラック)や断層に沿って地震動に



図一3 志賀海神社北地区の崩落斜面および調査測線



写真一4 志賀海神社北地区の崩落斜面状況

より崩落している。

崩壊形態を見ると、まさ土化した花崗閃緑岩の強風化部および多亀裂性の岩盤からなる弱風化部が地震動によって表層崩壊および岩盤崩壊を起こしている。崩壊面での観察から、崩壊頭部に見られるまさ土化した強風化部の厚さは、場所により変化しているが、最も道路に落石の堆積した箇所付近では10m前後あり、更に北側斜面で斜面中腹までに落石・崩壊が止まっている箇所付近では20m以上に及ぶ厚さのものが確認できる。この強風化部は黄褐色～灰褐色で節理面が発達し岩質も脆弱化してハンマーで容易に潰せる強度しか持っていない、崩落すると小ブロック～土砂状となっている。

また、斜面の岩盤ブロックには4群からなる節理主体の分離面が発達している。これらの節理の大部分は斜面に対して流れ目となる方向性を持っており、なかには幅数cmの開口亀裂を伴うものも確認されている。

崩壊斜面の花崗閃緑岩の弱風化部は、岩片自体は非常に硬質であるが不規則な亀裂が発達しており、全体としては、緑灰色の多亀裂性岩盤となっている。弱風化部の多亀裂性岩盤は凸形の斜面をなしており、日常的に落石の危険があり、鋼繊維入りモルタル吹付工（SFRC）が施工されていた。地震時のモルタル吹付工の老朽化程度が不明だが、今回の崩壊で、モルタル吹付自体も破損が進み、剥離崩落しており、吹付工の一部が岩盤に付着残留するのが認められる。道路を埋める崩土は、主に花崗閃緑岩の径20cm～1m程度の角礫からなっている。本震の直後は、崩壊跡に残留する岩盤凸部に隣接する起点側および終点側岩盤がそれぞれ崩落し2筋の落石堆を形成していたが、余震が続くにつれて中央の多亀裂性岩盤凸部の崩壊が進行した。

崩壊面の地質踏査で、斜面の岩盤部の亀裂発達状況を調査した。崩壊面内の20箇所で測定した分離面の性状を表一1に示す。測定箇所が少ないが、崩壊地の岩盤には、斜面の向き（東）に対して流れ目となる高角度および低

表―1 東側斜面における分離面性状

測定位置	分離面番号	標高(m)	水平距離(m)	分離面の性状	走向(°)		傾斜(°)		断面交差角(°)	みかけの傾斜(°)	傾斜方向	分離面群区分
①	1-1	29	41	節理・密着亀裂	30	E	30	N	30	27	E	A
	1-2	29	41	節理・開口亀裂	0	NS	12	W	0	12	W	D
	1-3	29	41	節理・開口亀裂	30	E	80	S	30	78	W	C
②	2-1	35	49	節理・密着亀裂	28	W	38	N	28	35	E	A
	2-2	35	49	節理・密着亀裂	76	W	82	N	76	60	E	B
③	3-1	38	53	節理・密着ガウジ	72	W	24	N	72	8	E	A
④	4-1	38	55	岩脈・密着	0	NS	75	E	0	75	E	B
⑤	5-1	40	56	節理・密着亀裂	26	E	62	S	26	59	E	B
⑥	6-1	41	61	節理・開口亀裂	14	E	70	W	14	69	W	C
⑦	7-1	41	63	節理・開口亀裂	75	W	65	N	75	29	E	A
⑧	8-1	43	68	節理・密着亀裂	50	E	57	N	50	45	E	A
⑨	9-1	2	2	節理・密着	50	E	25	S	50	17	E	A
	9-2	2	2	節理・密着	45	W	50	N	45	40	E	A
⑩	10-1	0	0	岩脈境界・密着	25	W	75	S	25	74	W	D
	10-2	0	0	岩脈境界・密着	20	E	75	S	20	74	E	B
	10-3	0	0	節理・密着	30	E	75	S	30	73	E	B
⑪	11-1	0	-5	節理・密着	50	E	65	S	50	54	E	B
	11-2	0	-5	節理・密着	10	E	35	S	10	35	E	A
	11-3	0	-5	節理・密着	10	E	60	N	10	60	E	B
	11-4	0	-5	節理・密着	50	E	80	N	50	75	E	B

①水平起点は汀線部・斜面に対する断面方向は東西方向とした。

②見かけの傾斜 $=\tan^{-1}(\cos(\text{交差角}) \times \tan(\text{真の傾斜}))$

③交差角 $=\text{真の傾斜の傾斜方位}-\text{断面方位(EW)}$

④断面における斜面傾斜は三次元解析結果から約35.5°とした。

角度の節理を主とする分離面が発達していることがわかった。これらの分離面間の岩盤小ブロックが分離面を境(すべり台)にクサビ状に崩落しているのが確認できた。また、崩壊面には、幅数cmの開口亀裂が生じている箇所や分離面沿いに剥離型落石が生じて不安定化している巨岩塊が確認できた。

3月27日に目視観察中には、ちょうど余震(震度1程度)が発生し、岩盤凸部の終点側の一部が大きく崩落するのが確認された。余震が続いた後の4月1日撮影の航空写真との比較から、崩壊が岩盤凸部とその周辺に拡大し、崩土量が約3倍程度に増加していることがわかった。



写真―5 Bブロック上方の陥没変形の様子

崩壊面より上部の緩い自然斜面の調査において、細尾根を跨ぐ幅2m、比高4m程度の連続する新しい陥没地形が形成されているのが発見された。その平面分布は図―3のクラック箇所を示されている。写真―5は写真―4に示されているBブロック上方の陥没変形の様子である。その陥没部と露出する崩壊面(崩壊頭部)との間の斜面は一旦動いた形跡として、開口クラックや段差、竹や樹木の倒壊が認められる。

頭部滑落崖の角度が急であることや変位が4m以上に及ぶことから、今後の余震や降雨によって崩壊範囲の更なる拡大が懸念される。そのため、ボーリング調査、変形観測、安定解析およびリスク分析などを行い、復旧対策を検討した。詳細は次章に述べる。

24 落石被害

志賀島では、今回の地震による落石が発生していた。黒瀬地区崩壊斜面に近いところで巨大な落石が道路に落ちていた(写真―6)。この巨大な落石は径1.6mX1.6m、奥行き1mを超えている。巨大な落石のほか、付近には幾つかの落石が道路に落ちていることが認められた。また、巨大落石の道路への出口から、落下経路の斜面に幾つか潜在の落石が見えるので、この地域の潜在の落石状況を詳細な調査による検討する必要がある。

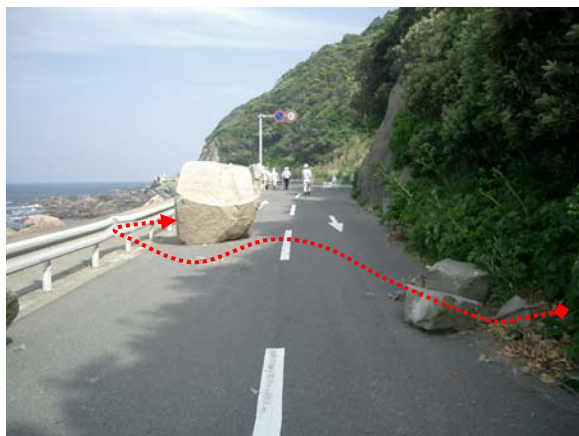


写真-6 黒瀬地区崩壊斜面付近発生した落石

実は、落石の発生場所付近の道路では、防災対策として、待ち受ける「重力式擁壁＋落石防止柵工」および岩盤突出部にモルタル吹付工が施工されていた（写真-7）。落石防止柵が設置されているところには落石が発生していたかどうかはまだ確かめられていないが、発生した場所には、落石防止柵が設置されていないことから、当初の防災対策の検討方法について再検討する必要があると思われる。



写真-7 落石地点より数十メートル付近に落石防止柵工

3. 調査、解析および復旧対策

今回の地震で志賀島に崩壊した斜面においては、弘地区の2箇所と黒瀬地区の1箇所は、土木学会と地盤工学会との合同調査団の調査により、いずれも小規模な表層崩壊ということが分かったため、直ちに復旧された。

しかし、志賀海神社北地区では、崩壊規模が大きく、崩壊面より上部の緩い自然斜面に細尾根を跨ぐ幅2m、比高4m程度の連続する新しい陥没地形が形成され、頭

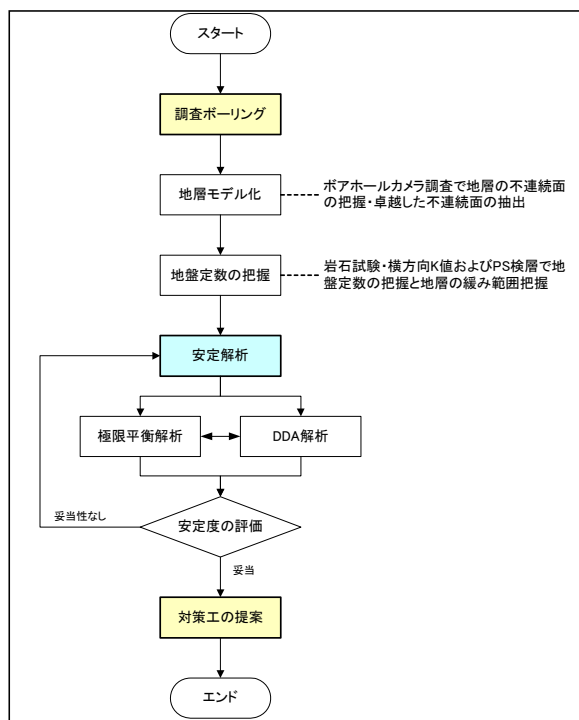


図-4 調査・解析のフローチャート

部滑落崖の角度が急であることから、今後の余震や降雨によって崩壊範囲の更なる拡大が懸念される。そのため、図-4に示すフローチャートで調査・解析を行った。

A、Bブロックの崩壊復旧対策や長期安定性等を検討するために、調査団が、図-3に示されているA測線とB測線に計6本のボーリング調査計画を福岡市に提案し

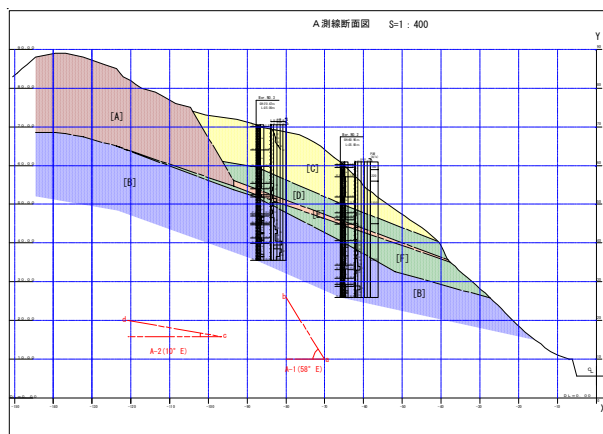
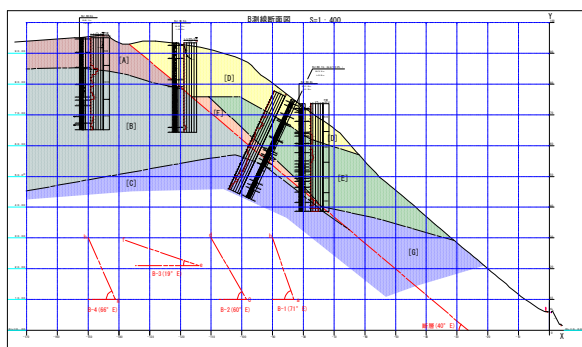


図-5 ボーリングによるA測線断面の地盤モデル

表-2 A測線モデルの地盤強度

地層番号	岩相	変形係数 D (MPa)	ポアソン比 ν (-)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 C (MPa)	内部摩擦角 ϕ (°)	引張強度 T (MPa)
A	風化土	50	0.35	20	0	35	0
B	弱風化岩	600	0.25	24	1	40	0.2
C	風化土	20	0.35	18	0.05	30	0.01
D	亀裂風化岩	50	0.3	22	0.05	35	0.01
E	多亀裂風化岩	65	0.3	20	0	30	0
F	亀裂風化岩	150	0.3	22	0.5	40	0.1

※ せん断強度C, ϕ は推定値
引張強度は粘着力の1/5と仮定

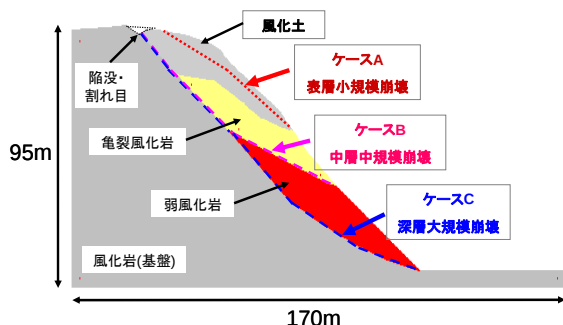


図—6 ボーリングによるB測線断面の地盤モデル

表—3 B測線モデルの地盤強度

地層番号	岩相	変形係数 D (MPa)	ポアソン比 ν (—)	単位体積重量 γ_t (kN/m ³)	粘着力 C (MPa)	内部摩擦角 ϕ (°)	引張強度 T (MPa)
A	風化土	50	0.35	20	0	35	0
B	風化岩	100	0.3	22	0.1	35	0.02
C	弱風化岩	600	0.25	24	1	40	0.2
D	風化土	20	0.35	18	0.05	30	0.01
E	亀裂風化岩	30	0.3	22	0.05	35	0.01
F	多亀裂風化岩	30	0.3	20	0.05	30	0.01
G	弱風化岩	600	0.25	24	1	40	0.2

※ せん断強度C, ϕ は推定値、引張強度は粘着力の1/5と仮定



図—7 地盤断面モデルおよび潜在崩壊面

た。ボーリング調査の結果により、A測線の断面地盤モデルは図—5に、B測線の断面地盤モデルは図—6に示すように得られた。ポアホールカメラ調査で地層の不連続面の把握や卓越した不連続面の抽出ができた。

岩石実験・横方向K値およびPS検層で各層の地盤定数が得られ（表—2、表—3）、地層の緩み範囲が把握された。調査の結果を踏まえて、図—7に示すような三つケース（小規模の表層崩壊、中規模の上層崩壊、大規模の深層崩壊）の斜面崩壊が発生する可能性が指摘されている。

しかし、対策費用は、想定した崩壊規模によって数億円から数十億円まで大いに異なる。最大規模の斜面崩壊を対象とした対策を採る場合、斜面復旧対策費は、数十億円という莫大な費用が必要である。一方、崩壊規模が過小に予想される場合、補強工事が不十分で将来は大きな被害をもたらす恐れがある。しかし、地盤情報のばらつきや不確実性が存在するので、斜面崩壊の規模を確実

に推定することは大変難しい。

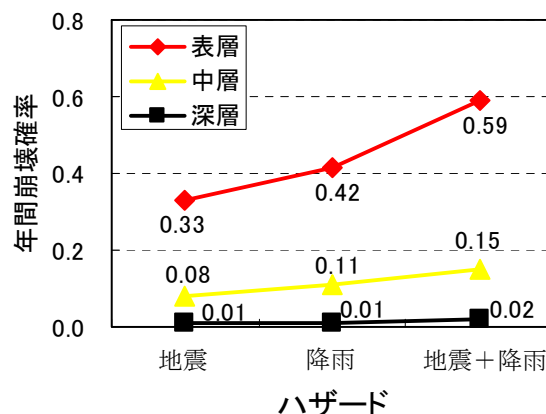
そのため、まず、各ケースにおける斜面の安定性を調べた。崩壊形態は、崩壊面を各地層の境界と想定する複合すべりとし、計算手法は、日本道路協会「道路土工のり面・斜面安定工指針」を適用した。得られた安全率は、3ケースそれぞれ1.12、1.61、2.14となり、いずれも安定している。また、不連続変形法DDAという数値解析手法も用いて、各ケースの安定性を確認した。しかし、将来の地震や豪雨などの影響、地盤強度のばらつきや不確実性などを考慮すると、いずれのケースにおいても必ずしも崩壊の可能性を否定できるものではない。

斜面復旧計画にはこのような潜在的な崩壊面における対策の必要性があるかどうかが問題となっている。また、必要であれば、どの崩壊ケースを想定して対策したほうがよいかは非常に難しい選択となる。

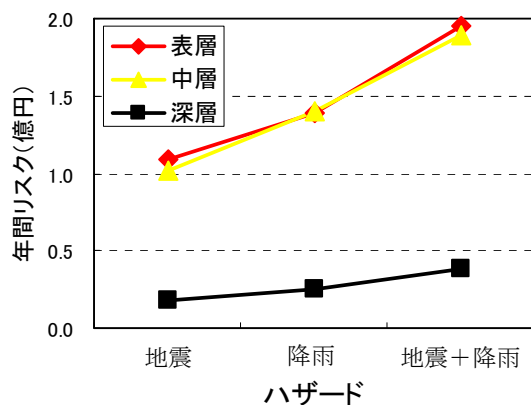
正確な復旧計画を作成するために、ばらつきや不確実性を有する地盤において地震や豪雨などの外力による斜面崩壊の発生確率を推定する必要がある。さらに、斜面崩壊が発生したら、いくら経済損失をもたらすかを推定し、総合的なリスクに基づき判断する必要がある。また、斜面崩壊の可能性、損失の大きさおよび対策費用等のコストと対策効果を総合的に考慮したリスクマネジメントを行う必要がある。

そのため、3ケースにおいて、リスク解析を行った。地震と降雨との複合影響を考慮し、斜面崩壊の年間発生確率が得られた（図—8）。また、崩壊が発生した場合、経済損失を推定して、3ケースにおける斜面崩壊リスクを計算した（図—9）。リスク解析の詳細は別の論文で紹介する。

解析結果により、表層小規模崩壊の確率は非常に大きいため、復旧計画には対策工を取り込んだほうがよいと考えられる。中層中規模崩壊においては、崩壊確率が表層崩壊より小さいが、崩壊による損失が大きいため、崩壊確率と経済損失を総合したリスクは表層と同じレベル



図—8 地震と降雨をハザードとする斜面崩壊確率

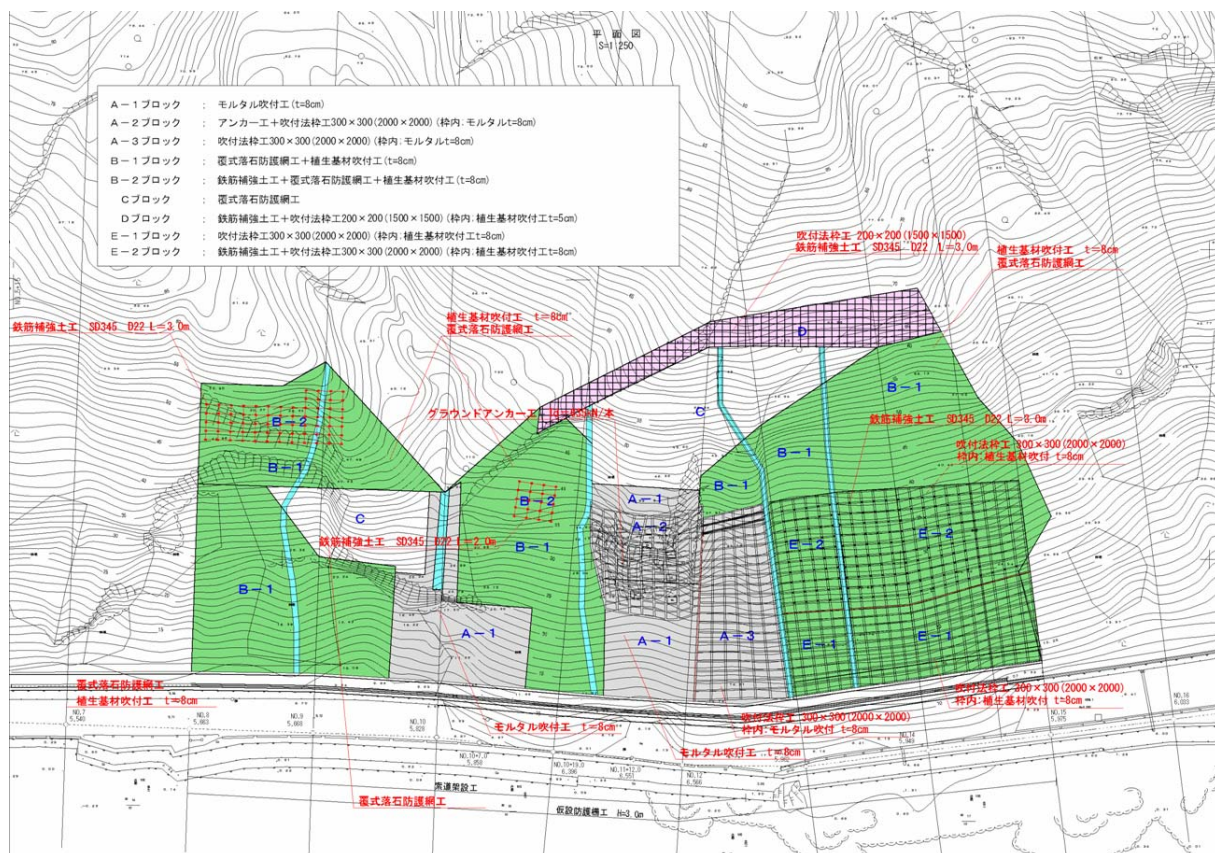


図—9 ハザードによる各ケースの斜面災害リスク

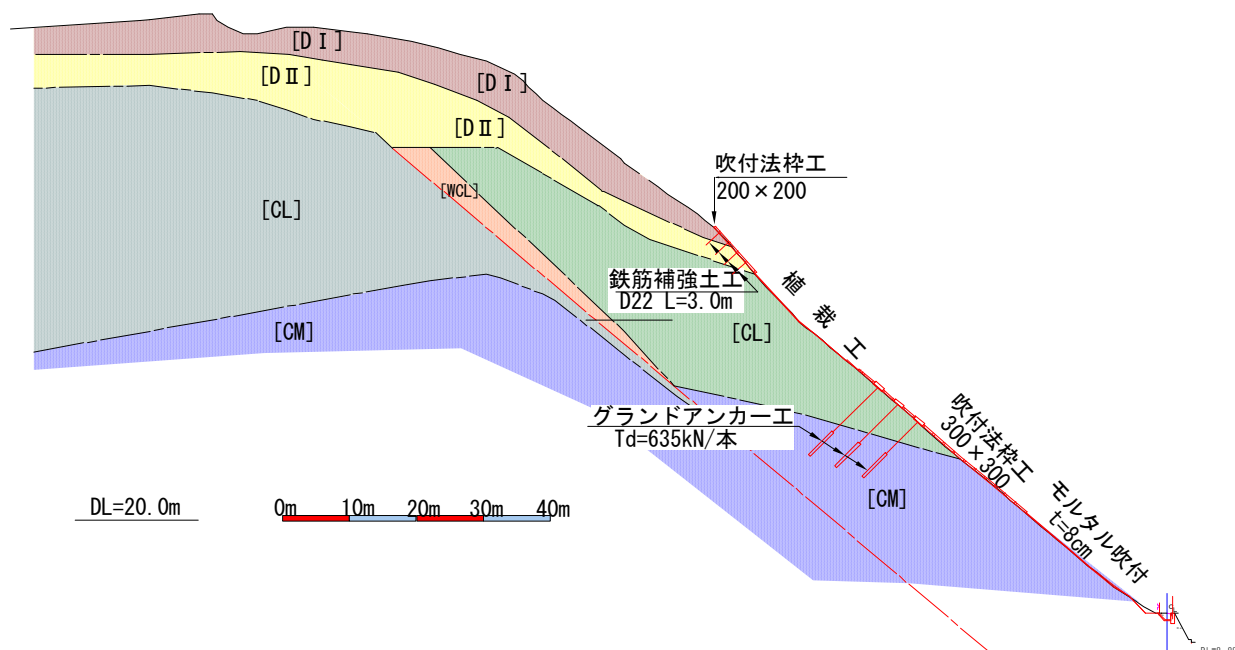
となっている。よって、補強対策に中層中規模崩壊を考慮して対策工法を取り込んだほうがよいと考えられる。また、深層大規模崩壊においては、崩壊確率が非常に小さいため、崩壊確率と経済損失との総合リスク指標も非常に小さくなっている。したがって、深層大規模崩壊のケースは復旧の補強対策対象外としてよい。

図—10に志賀海神社北地区の崩壊斜面における補強対策工を示す。全体斜面が幾つのブロックに分割され、

局所の特性を考慮した対策工法が取り入れられている。主に表層小規模崩壊を対象に補強対策工が取られているが、一部の地点（A-2ブロック）で中層中規模の崩壊を想定して対策工が取られている。具体的には、① A-1ブロックのり面土質は中硬岩のため、のり面保護工として風化防止のため「モルタル吹付工」とする。② A-2、A-3ブロックのり面土質は中硬岩であるが、多亀裂で崩壊しやすい岩盤である。のり面保護工は小崩壊・落石対策として「300枠のり枠」を採用した。また、A-2ブロックに対しては、中層中規模崩壊を防ぐため、グラウンドアンカー工で抑止した（図—11）。③ B-1、B-2ブロックのり面土質は風化が進行した礫質土で、風化残痕礫が多い。対策工は覆式落石防護網工とし、部分的に崩壊しやすい箇所は鉄筋補強土で抑止している。また、全面を植生で覆い、緑化に努めている。④ Cブロックのり面土質は中硬岩であるが、のり面勾配が緩いため保護工として「植栽工」を採用した。⑤ Dブロックのり肩部で崩壊しやすい土砂である。対策工として鉄筋補強土工を採用し、植生工で緑化した。⑥ E軟岩であるが、亀裂が覆い。吹付枠工で保護し、部分的に鉄筋補強土工で抑止した。志賀海神社北地区の崩壊斜面の復旧および補強対策後の様子は写真—8に示されている。



図—10 志賀海神社北地区の崩壊斜面の補強対策計画



図—11 A2ブロックを通る斜面断面における補強対策工



写真—8 志賀海神社北地区の崩壊斜面の復旧後の様子

4. おわりに

2005年福岡県西方沖地震で志賀島に斜面崩壊や落石等の土砂災害が多く発生した。本文は斜面崩壊の発生状況、今までの防災対策に存在する問題点、調査、解析および復旧対策において紹介した。

斜面崩壊は3箇所がある。

- 1) 弘地区に2箇所に表層崩壊が発生した。緊急に道路復旧を行う必要があったため、合同調査団は、今回の調査結果に基づき、「道路面に崩落した土砂・樹木等を除去した後、斜面に残留する不安定な強風化部を整形除去し、による法面保護工を施工する」という復旧対策を福岡市に提案し、実施された。
- 2) 黒瀬地区の岩盤崩落は、花崗閃緑岩の弱風化部の多亀裂性岩盤が地震動によって崩落したものである。この斜面は、以前法面保護工としてモルタル吹付工で対策されていたが、地震力を加えると崩壊が発生した。それは、多亀裂性岩盤に対する密閉型吹付工の脆さを露呈している形である。
- 3) 志賀海神社地区には大規模な斜面崩壊が発生し、震災後1年間半で道路が不通となっていた。崩壊面より上部の緩い自然斜面は細尾根を跨ぐ幅2m、比高4m程度の連続する新しい陥没地形が形成されていたため、今後の余震や降雨によって崩壊範囲の更なる拡大が懸念された。ボーリング調査で斜面の地盤断面図が得られ、三つケース（小規模の表層崩壊、中規模の上層崩壊、大規模の深層崩壊）の斜面崩壊が発生する可能性が示唆されていた。安定解析、DDA解析およびリスク解析が行い、大規模の深層崩壊のケースが排除された。補強対策では、主に表層小規模崩壊を対象に補強対策工

が取られていたが、一部の地点で中層中規模の崩壊も考慮された。

- 4) 今回の地震で落石が多く発生した。志賀島では、周回道路に落石防止柵が長く設置されているが、ちょうど防止柵が設置されていないところに巨大な落石が道路に落ちてきた。従って、落石を正確に把握し、有効な対策工を検討する必要があると思われる。

おわりに、本調査・研究において「福岡県西方沖地震地盤工学会調査団」の方および九州大学工学研究院防災地盤研究室の皆様からご支援・協力をいただきました。ここで感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 久保和也・松浦浩久・尾崎正紀・牧本博・星住英夫・鎌田耕太郎：20万分の1地質図幅「福岡」、通商産業省工業技術院地質調査所，1993.
- 2) 久保和也・松浦浩久・尾崎正紀・牧本博・星住英夫・鎌田耕太郎：20万分の1地質図幅「福岡」，通商産業省工業技術院地質調査所，1993
- 3) (社)日本道路協会 道路土工，のり面・斜面安定工指針，pp.168,1999
- 4) 唐木田芳文・富田幸臣・下山正一・千々石一豊：福岡地域の地質，地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)，通商産業省工業技術院地質調査所，192p, 1994
- 5) 福岡西方沖地震地盤工学会調査団「福岡西方沖地震被害調査報告書」、198p、2005
- 6) 土木学会西部支部福岡県西方沖地震被害調査団「2005年福岡県西方沖地震被害調査報告書」，pp. 79, 2005.

(2007.3.13 受付)

INVESTIGATION AND RESTORATION FOR SHIGA ISLAND SLOPE DISASTER INDUCED BY THE 2005 WEST OFF FUKUOKA EARTHQUAKE

Guangqi CHEN, Kouki ZEN and Hidefumi SATO

The 2005 West Off Fukuoka Earthquake caused very serious slope disasters in the Shiga Island. There are three areas where slope collapse occurred. The slope disasters, investigation and analysis, and the countermeasures in the restoration for the collapsed slopes are introduced in this paper. For the small-scale collapses, occurred in Kou area and Kurose area, the urgent restoration work was performed immediately after disaster based on the joint survey results by the two investigation commissions, organized by Japan Society of Civil Engineers and Japanese Geotechnical Society. However, for the large-scale slope collapse generated in the Shiga Sea Shrine area, since the large cave-in geographical feature with large deformation was formed on the top side of the collapses, it is anxious that a large-scale collapse will occur induced by future earthquakes or heavy rains. Therefore, more detailed investigation and analysis were conducted, and the countermeasures in the restoration work was planned and implemented based on the risk analysis results. Moreover, it was shown clearly that we need to learn more from the disasters and reexamine the way of the slope disaster prevention in this paper.